



Guía de Auto aprendizaje "Primera ley de Newton e introducción al concepto de fuerza " Física – 2° Medio	
Nombre:	Curso:
En esta guía trabajarás el objetivo de aprendizaje OA 10: Explicar, por medio de investigaciones experimentales, los efectos que tiene una fuerza neta sobre un objeto, utilizando las leyes de Newton y el diagrama de cuerpo libre.	En esta guía desarrollarás las siguientes habilidades: comprensión, aplicación.
El propósito de esta guía es describir la primera ley de movimiento de Newton	

### Descripción:

El documento que se presenta a continuación es una guía de auto aprendizaje que se subdivide de la siguiente manera:

1. Contenidos y preguntas resueltas.
2. Preguntas de repaso.
3. Solucionario
4. Autoevaluación

Gran parte de la guía es un extracto del texto Física Conceptual de Paul Hewitt. El cual puede ser descargado íntegro en el siguiente link:

<https://es.pdfdrive.com/fisica-conceptual-10ma-edicion-paul-g-hewitt-e39325019.html>

Espero que sea útil, si tienen dudas me pueden contactar a través de mi correo institucional [marcelo.rojas@liceoisauradinator.cl](mailto:marcelo.rojas@liceoisauradinator.cl).

Esta es una guía "selfstanding" es decir que contiene toda la información y actividades para lograr el objetivo de aprendizaje, sin embargo, también podrá encontrar en la plataforma moodle [liceoenlinea.cl](http://liceoenlinea.cl) videos complementarios incluyendo una capsula explicativa de la guía.

Resistan, sean fuertes, manténganse fieles a sus principios.

Atentamente, su profesor Marcelo Rojas



## Primera ley de Newton del movimiento

La idea aristotélica de que un objeto en movimiento debe estar impulsado por una fuerza continua fue demolida por Galileo, quien dijo que en *ausencia* de una fuerza, un objeto en movimiento continuará moviéndose. La tendencia de las cosas a resistir cambios en su movimiento fue lo que Galileo llamó *inercia*. Newton refinó esta idea de Galileo, y formuló su primera ley, que bien se llama **ley de la inercia**. En los *Principia* de Newton (traducido del original en latín):

**Todo objeto continúa en su estado de reposo o de movimiento uniforme en línea recta, a menos que sea obligado a cambiar ese estado por fuerzas que actúen sobre él.**

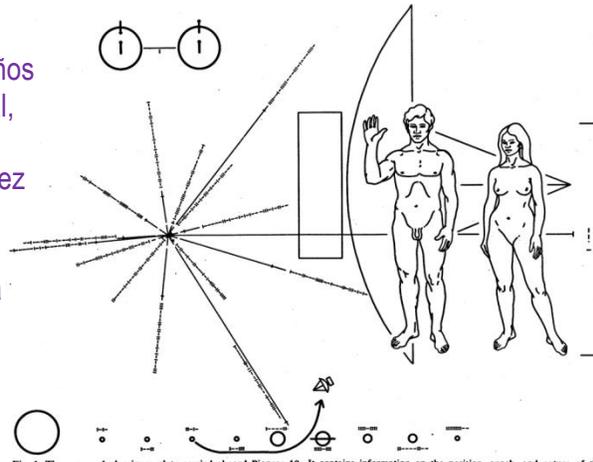
La palabra clave de esta ley es *continúa*: un objeto *continúa* haciendo lo que haga a menos que sobre él actúe una fuerza. Si está en reposo *continúa* en un estado de reposo. Esto se demuestra muy bien cuando un mantel se retira con habilidad por debajo de una vajilla colocada sobre una mesa y los platos quedan en su estado inicial de reposo. La propiedad de los objetos de resistir cambios en su movimiento se le llama **inercia**.

Si un objeto se mueve, continúa moviéndose sin girar ni cambiar su rapidez.

Esto se ve en las sondas espaciales que se mueven continuamente en el espacio exterior.

Se deben imponer cambios del movimiento contra la tendencia de un objeto a retener su estado de movimiento. En ausencia de fuerzas netas, un objeto en movimiento tiende a moverse indefinidamente a lo largo de una línea recta.

La sonda Pioneer 10, lanzada hace más de 48 años es un excelente ejemplo de un movimiento inercial, dado que continúa viajando a más de 40000km/h (sin ningún tipo de propulsión) alejándose cada vez más de la Tierra. En dicha sonda se incorporó la imagen de la derecha con instrucciones muy precisas sobre qué civilización que envió la sonda y donde encontrarnos.



### EXAMÍNATE

Un disco de hockey resbala por el hielo y al final se detiene. ¿Cómo interpretaría Aristóteles este comportamiento? ¿Cómo lo interpretarían Galileo y Newton? ¿Cómo lo interpretas tú? (*¡Piensa bien antes de leer las respuestas de abajo!*)

Es probable que Aristóteles diría que el disco resbala y se para porque busca su estado propio y natural, que es el reposo. Galileo y Newton dirían probablemente que una vez en movimiento, el disco continuaría moviéndose y que lo que evita que continúe el movimiento no es su naturaleza ni su estado propio de reposo, sino la fricción que encuentra. Esta fricción es pequeña en comparación con la que hay entre el disco y un piso de madera, y es la causa de que sobre el hielo se deslice mucho más lejos. Solo tú puedes contestar la última pregunta.



## Introducción al concepto de fuerza y su carácter vectorial

Como ya sabes la Física se ocupa de describir el mundo que nos rodea, identificando leyes, principios y/o reglas que permiten explicar lo observado, para lograr esto se comienza reconociendo magnitudes, es decir, reconociendo en nuestro universo propiedades que pueden ser medidas y determinadas. Es así como se identifican dos tipos de magnitudes:

### 1) **Magnitudes Escalares:**

Un escalar es una magnitud que queda completamente caracterizada al indicar una cantidad o valor numérico y la unidad de medición.

Ejemplos:

Masa; Si usted se va a comprar 2kg de pan podrá reconocer que la cantidad de pan queda completamente definida al cuantificar la masa.

Temperatura; Si usted consulta el tiempo y lee lo siguiente "hoy tendremos la temperatura más baja en lo que va del año con una mínima de  $T = -5^{\circ}\text{C}$  (¡¡¡5 grados Celsius bajo cero!!!) Usted comprenderá inmediatamente que es muy importante abrigarse y agregar una nueva frazada a la cama.

Otros ejemplos son el tiempo, volumen, carga eléctrica, densidad, energía, etc.,

### 2) **Magnitudes vectoriales:**

También en Física encontramos los vectores que para determinarlos completamente, se requiere conocer además de su magnitud o tamaño, su componente direccional, estos conceptos obedecen a reglas diferentes que las cantidades escalares. Ejemplo de conceptos vectoriales son:

Desplazamiento

ii) Velocidad

iii) Aceleración

iv) Fuerza

v) Torque

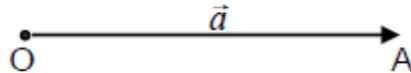
vi) Intensidad del campo eléctrico, etc.



Las cantidades vectoriales se representan gráficamente mediante un trazo dirigido (vector geométrico)

Los vectores geométricos están caracterizados por una magnitud o módulo, una dirección y un sentido.

El vector geométrico de origen O y extremo A se representa geoméricamente así



Todo vector geométrico queda determinado por tres elementos:

- i) **Módulo**
- ii) **Dirección**
- iii) **Sentido**

**I) Módulo:**

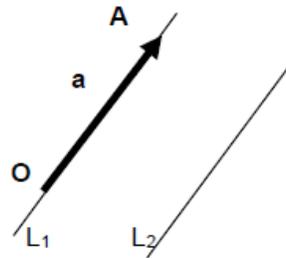
→ Corresponde a la longitud del trazo dirigido que representa al vector. El módulo del vector  $\vec{OA} = \vec{a}$ , se anota:  $|\vec{OA}|$ ,  $|\vec{a}|$  o  $a$ .

**III) Sentido:**

Esta dado por la orientación del trazo. Así, por ejemplo el sentido del vector  $\vec{a}$  es de O hacia A.

**II) Dirección:**

Está dada por la recta que lo contiene o por una paralela cualquiera a la misma. Así por ejemplo la dirección del vector  $\vec{OA} = \vec{a}$  está dada por la recta  $L_1$  que lo contiene o por la recta  $L_2$  que es paralela a  $L_1$ .



Observación:

El módulo es siempre un **número positivo**. Si el módulo es cero, quiere decir que el origen del vector coincide con su término, es decir, el vector se reduce a un punto y por tanto no puede hablarse propiamente de vector, para facilitar muchas operaciones que veremos mas adelante, se dice que se trata del vector nulo o vector cero, y se representa por  $\vec{0}$ . No hay que confundirlo con el número cero, que no es un vector.

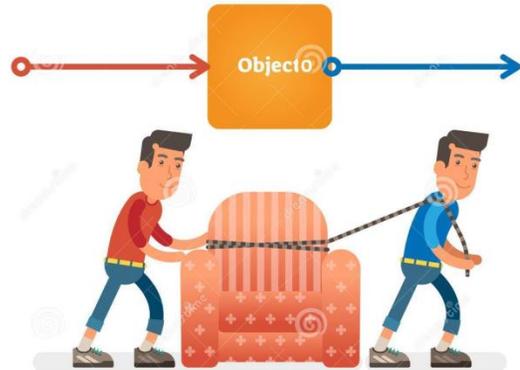
A excepción del vector nulo, todos los demás tienen dirección, sentido y módulo bien determinados.



Ejemplos.

Fuerza; Cada vez que jalamos, tiramos o empujamos un objeto estamos aplicando una fuerza

En la imagen se presentan dos personas aplicando la misma fuerza sobre un sofá, uno de ellos empujando y el otro jalando. En la parte superior se puede ver un diagrama simplificado de la situación.



Había un vector y un escalar conversando y el escalar dice "estoy muy triste"



¿Por qué estas triste? Le pregunta el vector



A lo que el escalar responde: Es que mi vida no tiene sentido





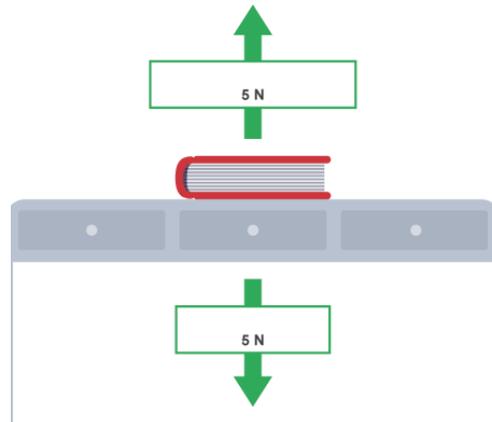
## Fuerza neta

Los cambios de movimiento son producidos por una fuerza, o por una combinación de fuerzas (en la siguiente guía llamaremos *aceleración* a los cambios en el movimiento). Una **fuerza**, en el sentido más sencillo, es un empuje o un tirón. Su causa puede ser gravitacional, eléctrica, magnética o simplemente esfuerzo muscular. Cuando sobre un objeto actúa más que una sola fuerza, lo que se considera es la fuerza neta. Por ejemplo, si tú y un amigo tiran de un objeto en la misma dirección con fuerzas iguales, esas fuerzas se combinan y producen una fuerza neta que es dos veces mayor que tu propia fuerza. Si cada uno de ustedes tiran en direcciones *opuestas* con fuerzas iguales, la fuerza neta será cero. Las fuerzas iguales, pero con dirección opuesta, se anulan entre sí. Se puede considerar que una de las fuerzas es el negativo de la otra, y que se suman algebraicamente para dar cero, así que la fuerza neta resultante es cero. **Nota: La fuerza se mide en Newtons, representado por la letra N, cuando revisemos la 2da ley de Newton explicaremos con mayor detalle este punto.**

Fuerzas aplicadas	Fuerza neta

La figura superior muestra cómo se combinan las fuerzas para producir una fuerza neta. Un par de fuerzas de 5 N en la misma dirección producen una fuerza neta de 10 N. Si las fuerzas de 5 N tienen direcciones opuestas, la fuerza neta es cero. Si 10 N de fuerza se ejercen a la derecha y 5 N a la izquierda, la fuerza neta es 5 N hacia la derecha.

Ejemplo de fuerzas iguales y opuestas que se cancelan mutuamente. El peso del libro actúa verticalmente hacia abajo y la fuerza normal de la mesa para sostener el libro verticalmente hacia arriba.





## La regla del equilibrio

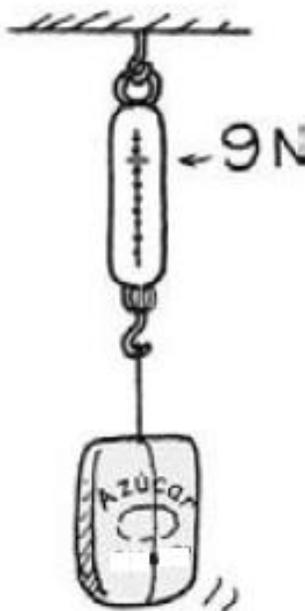
Si con un cordón atas una bolsa con **1 kilogramo** de azúcar y la cuelgas de una báscula de mano el resorte de la báscula se estirará hasta que ésta indique **1 kilogramo**. El resorte estirado está bajo una “fuerza de estiramiento” llamada *tensión*. Es probable que la misma báscula en un laboratorio científico indique que la misma fuerza es aproximadamente 9 newtons, existe, por tanto, una relación entre los kilogramos y los Newtons. La bolsa de azúcar es atraída hacia la Tierra con una fuerza gravitacional de 9 newtons. Si cuelgas dos bolsas de azúcar iguales a la primera, la lectura será 18 newtons.

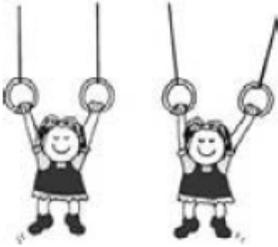
Nota que aquí son dos las fuerzas que actúan sobre la bolsa de azúcar: la fuerza de tensión que actúa hacia arriba, y su peso que actúa hacia abajo. Las dos fuerzas sobre la bolsa son iguales y opuestas y se anulan; la fuerza neta es cero. Por consiguiente la bolsa permanece en reposo. De acuerdo con la primera ley de Newton ninguna fuerza neta actúa sobre la bolsa. Podemos ver la primera ley de Newton con una luz diferente: *el equilibrio mecánico*.

Cuando la fuerza neta que actúa sobre algo es cero, se dice que ese algo está en **equilibrio mecánico**. En notación matemática, la regla del equilibrio es

$$\Sigma F = 0$$

El símbolo  $\Sigma$  representa “la suma vectorial de” y F representa “fuerzas”. Para un objeto suspendido en reposo, como la bolsa de azúcar, la regla dice que las fuerzas que actúan hacia arriba sobre algo que está en reposo deben estar equilibradas por otras fuerzas que actúan hacia abajo, para que la suma vectorial sea igual a cero. Si la fuerza neta sobre un objeto es cero, decimos que está en **equilibrio mecánico**.





### EXAMÍNATE

Observa la gimnasta que cuelga de las argollas.

- Si ella cuelga con su peso dividido por igual entre las dos argollas, ¿qué indicarían unas básculas colocadas en las cuerdas, en comparación con el peso de ella?
- Supón que su peso cuelga un poco más de la argolla izquierda. ¿Qué marcaría una báscula en la cuerda derecha?

1. La indicación de cada báscula sería la mitad de su peso. La suma de las lecturas de las dos básculas es igual, por consiguiente, a su peso.  
2. Cuando la argolla izquierda sostiene más de su peso, la indicación en la derecha es menos de la mitad de su peso. No importa cómo se cuelgue, la suma de las lecturas de la báscula es igual a su peso. Por ejemplo, si una báscula indica las dos terceras partes de su peso, la otra indicará un tercio de su peso. ¿Comprendiste?

(¿Estás leyendo esto antes de haber formulado respuestas razonables en tu mente? Si es así, pregúntate ¿ejercitas tu cuerpo, viendo que otros hacen lagartijas? Ejercita tu mente: cuando encuentres las numerosas preguntas de Exáminate que hay en este libro, ¡piensa antes de comprobar más abajo las respuestas!)

### COMPRUEBA TUS RESPUESTAS

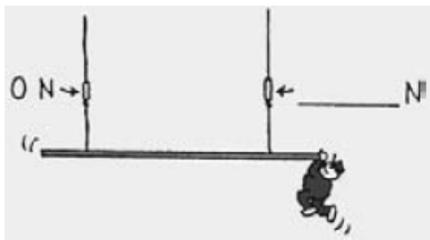
#### CUADRO DE PRÁCTICA



- Quando Burl está solo exactamente a la mitad de esta tabla, la báscula de la izquierda indica 500 N. Anota la lectura de la báscula derecha. El peso total de Burl y la tabla debe ser \_\_\_\_\_ N.



- Burl se aleja de la izquierda. Anota la indicación de la báscula de la derecha.



- Por diversión, Burl se cuelga del extremo derecho. Anota la lectura de la báscula de la derecha.

Para la pregunta 2, ¿llegaste a la respuesta correcta, que es 830 N? Razonamiento: Por la pregunta 1 se sabe que la suma de las tensiones en la cuerda es igual a 1,000 N, y como la cuerda de la izquierda tiene 170 N de tensión, la otra debe tener la diferencia: 1000 N - 170 N = 830 N. ¿Comprendes? Bien si lo comprendes. Si no, habla de eso con tus amigos. Después lee más. La respuesta a la pregunta 3 es 1,000 N. ¿Ves cómo todo esto ilustra que  $\sum F = 0$ .

¿Tus respuestas ilustran la regla del equilibrio? En la pregunta 1, la cuerda derecha debe tener una tensión de 500 N, porque Burl está a la mitad de la tabla, y ambas cuerdas sostienen su peso por igual. Como la suma de las tensiones hacia arriba es 1,000 N, el peso total de Burl y la tabla debe ser 1,000 N. Llamaremos +1,000 N a las fuerzas de tensión hacia arriba. Entonces los pesos hacia abajo son -1,000 N. ¿Qué sucede si sumas +1,000 N y -1,000 N? La respuesta es que esa suma es igual a cero. Vemos así que  $\sum F = 0$ .

### RESPUESTAS DEL CUADRO DE PRÁCTICA

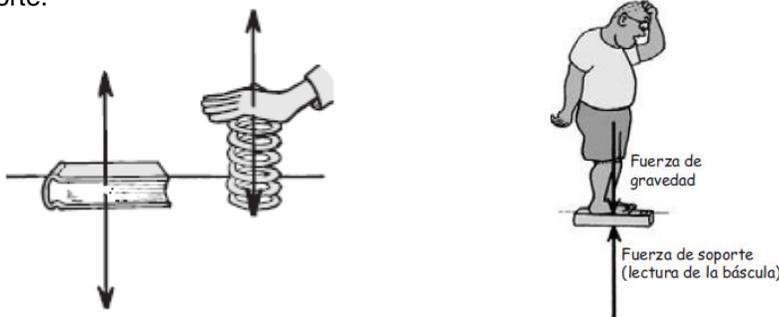


## Fuerza de soporte

Imagina un libro que yace sobre una mesa. Está en equilibrio. ¿Qué fuerzas actúan sobre él? Una es la que se debe a la gravedad y que es el *peso* del libro.

Como el libro está en equilibrio, debe haber otra fuerza que actúa sobre él que haga que la fuerza neta sea cero: una fuerza hacia arriba, opuesta a la fuerza de gravedad. La mesa es la que ejerce esa fuerza hacia arriba. A esta fuerza se le llama *fuerza de soporte*. Esta fuerza de soporte, hacia arriba, a menudo se llama *fuerza normal* y debe ser igual al peso del libro. Si a la fuerza normal la consideramos positiva, el peso es hacia abajo, por lo que es negativo, y al sumarse las dos resulta cero. La fuerza neta sobre el libro es cero. Otra forma de decir lo mismo es  $\Sigma F = 0$

Para entender mejor que la mesa empuja el libro hacia arriba, compara el caso de la compresión de un resorte.



Comprime el resorte hacia abajo, y podrás sentir que el resorte empuja tu mano hacia arriba.

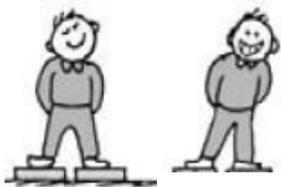
Asimismo, el libro que yace sobre la mesa comprime los átomos de ésta, que se comportan como resortes microscópicos. El peso del libro comprime a los átomos hacia abajo, y ellos comprimen el libro hacia arriba. De esta forma los átomos comprimidos producen la fuerza de soporte.

Cuando te subes en una báscula de baño hay dos fuerzas que actúan sobre ella. Una es el tirón de la gravedad, hacia abajo, que es tu peso, y la otra es la fuerza de soporte, hacia arriba del piso.

Estas fuerzas comprimen un mecanismo (en efecto, un resorte) en la báscula que está calibrado para indicar la magnitud de la fuerza de soporte. Es esta fuerza de soporte que muestra tu peso.

Cuando te pesas en una báscula de baño en reposo, la fuerza de soporte y la fuerza de gravedad que te jala hacia abajo tienen la misma magnitud. Por lo tanto, decimos que tu peso es la fuerza de gravedad que actúa sobre ti.

### EXAMÍNATE



1. ¿Cuál es la fuerza neta sobre una báscula de baño cuando sobre ésta se para un individuo que pesa 830 N ?
2. Supón que te paras en dos básculas de baño, y que tu peso se reparte por igual entre ambas. ¿Cuánto indicará cada una? ¿Y si descansas más de tu peso en un pie que en el otro?

1. Cero, porque la báscula permanece en reposo. La báscula indica la fuerza de soporte, que tiene la misma magnitud que el peso; no indica la fuerza neta.
2. La indicación de cada báscula es la mitad de tu peso. Esto se debe a que la suma de las indicaciones de las básculas, que es igual a la fuerza de soporte que ejerce el piso, debe equilibrarse con tu peso, para que la fuerza neta sobre ti sea cero. Si te inclinas más sobre una báscula que sobre la otra, aquella indicará más de la mitad de tu peso, pero la segunda menos de la mitad, y la suma de ambas lecturas seguirá siendo tu peso. Al igual que el ejemplo de la gimnasta que cuelga de las argollas, si una báscula indica dos tercios de tu peso, la otra indicará un tercio del mismo.

### COMPRUEBA TUS RESPUESTAS



## Equilibrio de cosas en movimiento

El reposo sólo es una forma de equilibrio. Un objeto que se mueve con rapidez constante en una trayectoria rectilínea también está en equilibrio. El equilibrio es un estado donde no hay cambios. Una bola de bolos que rueda a rapidez constante en línea recta también está en equilibrio, hasta que golpea los pinos. Si un objeto está en reposo (equilibrio estático) o rueda uniformemente en línea recta (equilibrio dinámico), se cumple en ambos casos que  $\Sigma F = 0$

De acuerdo con la primera ley de Newton, un objeto que sólo esté bajo la influencia de una fuerza no puede estar en equilibrio. La fuerza neta no podría ser cero. Únicamente cuando actúan sobre él dos o más fuerzas puede estar en equilibrio. Podemos probar si algo está en equilibrio o no, observando si sufre cambios en su estado de movimiento o no.

Imagina una caja que se empuja horizontalmente por el piso de una fábrica.

Si se mueve a una rapidez constante, y su trayectoria es una línea recta, está en equilibrio dinámico. Esto nos indica que sobre la caja actúa más de una fuerza. Existe otra, que es probablemente la fuerza de fricción entre la caja y el piso. El hecho de que la fuerza neta sobre la caja sea igual a cero significa que la fuerza de fricción debe ser igual y opuesta a la fuerza de empuje.

**La regla de equilibrio,  $\Sigma F = 0$** , brinda una forma razonada de observar todas las cosas en reposo: pilas de piedras, objetos de tu habitación o las vigas de acero de los puentes o en la construcción de edificios. Cualquiera que sea su configuración, en equilibrio estático, todas las fuerzas que actúan siempre se equilibran a cero. Lo mismo es cierto para los objetos que se mueven constantemente, sin acelerar, desacelerar ni cambiar de dirección. Para el equilibrio dinámico, todas las fuerzas que actúan también se equilibran a cero. La regla del equilibrio permite que veas mejor que el ojo del observador casual. Resulta agradable saber las razones de la estabilidad de los objetos en el mundo.

### EXAMÍNATE



Un avión vuela a rapidez constante en una trayectoria recta y horizontal. En otras palabras, el avión está en equilibrio cuando vuela. Sobre él actúan dos fuerzas horizontales. Una es el empuje de la hélice, la cual lo impulsa hacia adelante. La otra es la resistencia del aire, que actúa en la dirección opuesta. ¿Cuál de ellas es mayor?

Las dos fuerzas tienen la misma magnitud. Llamemos positiva a la fuerza de avance que ejerce la hélice. La resistencia del aire es negativa. Como el avión está en equilibrio dinámico, puedes ver que las dos fuerzas se combinan y que el resultado es cero? Por lo tanto, ni gana ni pierde rapidez.

### COMPRUEBA TU RESPUESTA



## La Tierra en movimiento

Cuando Copérnico anunció su idea de una Tierra en movimiento, en el siglo XVI, no se entendía aún el concepto de la inercia. Había muchos argumentos y debates acerca de si la Tierra se mueve o no. La cantidad de fuerza necesaria para mantener la Tierra en movimiento escapaba a la imaginación. Otro argumento contra una Tierra en movimiento era el siguiente: imagina a un ave parada en reposo en la copa de un árbol muy alto. En el suelo, abajo de él, está un gusano gordo y jugoso. El ave lo observa y se deja caer verticalmente y lo atrapa. Esto sería imposible, se afirma, si la Tierra se moviera como lo sugirió Copérnico. Si él hubiera tenido razón, la Tierra tendría que viajar a una rapidez de 107.000 kilómetros por hora para describir un círculo alrededor del Sol en un año. Al convertir esta rapidez en kilómetros por segundo el resultado es 30 kilómetros por segundo. Aun si el ave pudiera descender de su rama en un segundo, el gusano habría sido desplazado 30 kilómetros por el movimiento de la Tierra. Sería imposible que un ave se dejara caer directamente y atrapara al gusano. Pero las aves sí atrapan gusanos desde las ramas altas de los árboles, y eso parecía una prueba evidente de que la Tierra debía estar en reposo.

¿Puedes refutar este argumento? Puedes hacerlo, si invocas la idea de la inercia. Ya ves, no sólo la Tierra se mueve a 30 kilómetros por segundo, sino también el árbol, su rama, el ave parada en ésta, el gusano que está en el suelo y hasta el aire que hay entre los dos. Todos se mueven a 30 kilómetros por segundo. Las cosas que se mueven siguen en movimiento si no actúa sobre ellas alguna fuerza no equilibrada. Entonces, cuando el ave se deja caer desde la rama, su velocidad inicial lateral de 30 kilómetros por segundo no cambia. Atrapa al gusano sin que los afecte el movimiento de su entorno total.

Párate junto a una pared. Salta de manera que tus pies no toquen al piso.

¿El muro te golpea a 30 kilómetros por segundo? No lo hace, porque también tú te mueves a 30 kilómetros por segundo, antes, durante y después de tu salto.

Los 30 kilómetros por segundo es la rapidez de la Tierra en relación con el Sol, y no la del muro en relación contigo.

Hace 400 años las personas tenían dificultad para entender ideas como éstas, no sólo porque desconocían el concepto de la inercia, sino porque no estaban acostumbradas a moverse en vehículos con gran rapidez. Los viajes lentos y agitados en carruajes tirados por caballos no se prestaban a hacer experimentos que indicaran los efectos de la inercia. En la actualidad podemos lanzar una moneda en un automóvil, en un autobús o en un avión que viajen a gran rapidez, y la atrapamos, con su movimiento vertical, como si el vehículo estuviera en reposo. Vemos la evidencia de la ley de la inercia cuando el movimiento horizontal de la moneda es igual antes, durante y después de atraparla. La moneda sigue con nosotros. La fuerza vertical de la gravedad sólo afecta el movimiento vertical de la moneda.





## Preguntas de repaso

### **Primera ley de Newton del movimiento**

1. Cita la primera ley de Newton del movimiento.

### **Fuerza neta**

2. ¿Cuál es la fuerza neta sobre un carro que es tirado con 100 N hacia la derecha y con 30 N hacia la izquierda?

3. ¿Por qué se dice que la fuerza es una cantidad vectorial?

### **La regla del equilibrio**

4. ¿Cuál es la fuerza neta sobre un objeto del cual se tira con 80 newtons hacia la derecha y con 80 newtons hacia la izquierda?

5. ¿Cuál es la fuerza neta sobre una bolsa en la cual la gravedad tira hacia abajo con 18 newtons, y de la cual una cuerda tira hacia arriba con 18 newtons?

¿Qué significa decir que algo está en equilibrio mecánico?

6. Enuncia con símbolos la regla del equilibrio.

### **Fuerza de soporte**

7. Un libro que pesa 15 N descansa sobre una mesa plana. ¿Cuántos newtons de fuerza de soporte debe ejercer la mesa? ¿Cuál es la fuerza neta sobre el libro en este caso?

8. Cuando te paras sin moverte sobre una báscula de baño, ¿cómo se compara tu peso con la fuerza de soporte de esta báscula?

### **Equilibrio de objetos en movimiento**

9. Una bola de bolos en reposo está en equilibrio. ¿También está en equilibrio cuando se mueve con una rapidez constante en trayectoria rectilínea?

10. ¿Cuál es la prueba para decir si un objeto en movimiento está o no en equilibrio?

11. Si empujas una caja con una fuerza de 100 N, y se desliza en línea recta con rapidez constante, ¿cuánta fricción actúa sobre la caja?

### **La Tierra en movimiento**

12. ¿Qué concepto faltaba en el pensamiento de los seres humanos del siglo XVI, que no podían creer que la Tierra estuviera en movimiento?

13. Una ave parada sobre un árbol se mueve a 30 km/s en relación con el lejano Sol. Cuando se deja caer al suelo bajo él, ¿todavía va a 30 km/s, o esa rapidez se vuelve cero?

14. ¿De qué no pudo darse cuenta Aristóteles acerca de las reglas de la naturaleza para los objetos en la Tierra y en los cielos?



## Solucionario



Envía tus respuestas a [marcelo.rojas@liceoisauradinator.cl](mailto:marcelo.rojas@liceoisauradinator.cl) para acceder al solucionario.

## Autoevaluación

Te invito a realizar la siguiente autoevaluación, marcando la casilla que corresponda.

			
Pude desarrollar la guía por completo			
Utilicé el solucionario para comprobar mis resultados			
Me sentí cómoda desarrollándola			
Siento que aprendí			
Soy capaz de explicar lo aprendido a otra persona			

**Para pensar:** ¿qué podrías hacer para lograr todo lo anterior?